






SHORT-TIME ARC WELDING SYSTEM AND METHOD

Patent number: WO03070412
Publication date: 2003-08-28
Inventor: BROEHL REINHOLD (DE)
Applicant: BROEHL REINHOLD (DE); NEWFREY LLC (US)
Classification:
 - international: B23K9/20
 - european: B23K9/20B, B23K9/20
Application number: WO2003EP01468 20030214
Priority number(s): DE20021007726 20020220

Also published as:

 DE10207726 (A1)

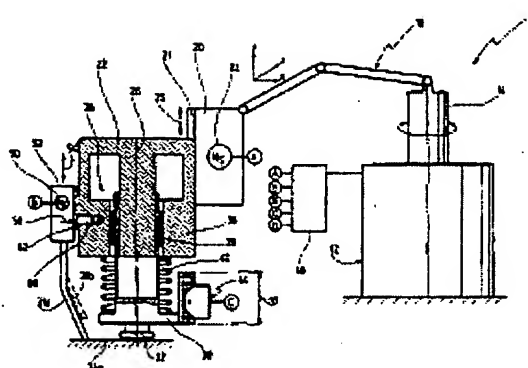
Cited documents:

 DE4324223
 US3940588
 US2945118
 DE20003127U
 US6011234
 more >>

Abstract of WO03070412

BEST AVAILABLE COPY

The invention relates to a short-time arc welding system (10) and method for welding elements (32) on parts (34a). The system is equipped with: a robot (12) having at least one arm (16) that can move in at least one coordinate axis (x, y, z); a welding head (22), which is mounted on the arm (16) and on which a holding device (30) for holding an element (32) and a lifting device (36) for advancing and returning the holding device (30) with regard to the welding head (22) are provided, and; a measuring system (31a, 44, 46) for determining the relative position between a part (34) and an element (32), which is to be welded onto the part (34) and is held by the holding device (30). The measuring system has a stand (31a), which is mounted on the welding head (22) and which is designed to be, during operation, in contact with the part (34a) in order to determine the relative position between the element (32) and the part (34). The inventive system is also equipped with a storage device (46), inside of which a number of welding positions can be stored. The measuring system additionally comprises positioning means (50) for positioning the stand (31a) with regard to an element (32) held inside the welding head (22) in a multitude of at least two different operating positions (a-c), and the measuring system (46) is designed for positioning the stand (31a) each time into an appropriate operating position for each stored welding position.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. August 2003 (28.08.2003)

PCT

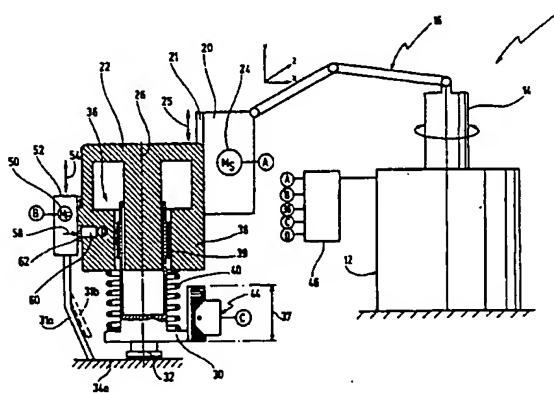
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/070412 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B23K 9/20** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **NEWFREY LLC** [US/US]; Drummond Plaza Office Park, 1423 Kirkwood Highway, Newark, DE 19711 (US).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/01468**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Februar 2003 (14.02.2003) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BROEHL, Reinhold** [DE/DE]; Daubringer Strasse 7, 35460 Staufenberg (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (74) Anwälte: **HAAR, Lucas, H. usw.**; Patentanwälte Haar & Schwarz-Haar, Lessingstrasse 3, 61231 Bad Nauheim (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
102 07 726.6 20. Februar 2002 (20.02.2002) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SHORT-TIME ARC WELDING SYSTEM AND METHOD

(54) Bezeichnung: KURZZEIT-LICHTBOGENSCHWEISSSYSTEM UND -VERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a short-time arc welding system (10) and method for welding elements (32) on parts (34a). The system is equipped with: a robot (12) having at least one arm (16) that can move in at least one coordinate axis (x, y, z); a welding head (22), which is mounted on the arm (16) and on which a holding device (30) for holding an element (32) and a lifting device (36) for advancing and returning the holding device (30) with regard to the welding head (22) are provided, and; a measuring system (31a, 44, 46) for determining the relative position between a part (34) and an element (32), which is to be welded onto the part (34) and is held by the holding device (30). The measuring system has a stand (31a), which is mounted on the welding head (22) and which is designed to be, during operation, in contact with the part (34a) in order to determine the relative position between the element (32) and the part (34). The inventive system is also equipped with a storage device (46), inside of which a number of welding positions can be stored. The measuring system additionally comprises positioning means (50) for positioning the stand (31a) with regard to an element (32) held inside the welding head (22) in a multitude of at least two different operating positions (a-c), and the measuring system (46) is designed for positioning the stand (31a) each time into an appropriate operating position for each stored welding position.

(57) Zusammenfassung: Es werden vorgeschlagen ein Kurzzeit-Lichtbogenschweisssystem (10) und -Verfahren zum Schweißen von Elementen (32) auf Bauteile (34a), wobei das System ausgestattet ist mit: einem Roboter (12), der wenigstens einen Arm (16) aufweist, der in wenigstens einer Koordinatenachse (x, y, z) beweglich ist, einem Schweißkopf (22), der an dem Arm (16) gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30) zum Halten

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/070412 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR)

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

eines Elementes (32) und eine Hubvorrichtung (36) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30) relativ zu dem Schweisskopf (22) vorgesehen sind, einem Messsystem (31a, 44, 46) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweisenden, von der Haltevorrichtung (30) gehaltenen Element (32), wobei das Messsystem einen an dem Schweisskopf (22) gelagerten Fuss (31a) aufweist, der im Betrieb dazu ausgelegt ist, das Bauteil (34a) zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34a) zu bestimmen, und einer Speichereinrichtung (46), in der eine Mehrzahl von Schweisspositionen abspeicherbar ist. Dabei weist das Messsystem ferner Positionierungsmittel (50) auf, um den Fuss (31a) relativ zu einem in dem Schweisskopf (22) gehaltenen Element (32) in einer Vielzahl von wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebspositionen (a-c) zu positionieren, und das Messsystem (46) ist dazu ausgelegt, den Fuss (31a) für jede abgespeicherte Schweissposition jeweils in eine geeignete Betriebsposition zu positionieren.

Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und -verfahren

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem zum Schweißen von Elementen, wie z.B. Metallbolzen, auf Bauteile, wie z.B. Metallbleche mit:

- 5 - einem Roboter, der wenigstens einen Arm aufweist, der in wenigstens in einer Koordinatenachse beweglich ist,
- einem Schweißkopf, der an dem Arm gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung zum Halten eines Elementes und eine Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf vorgesehen sind,
- 10 - einem Meßsystem zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil und einem auf das Bauteil aufzuschweißenden, von der Haltevorrichtung gehaltenen Element, wobei das Meßsystem einen an dem Schweißkopf gelagerten Fuß aufweist, der im Betrieb dazu ausgelegt ist, das Bauteil zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil zu bestimmen, und
- 15 - einer Speichereinrichtung, in der eine Mehrzahl von Schweißpositionen abspeicherbar ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein entsprechendes Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen. Ein solches Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und ein zugehöriges Verfahren sind allgemein bekannt. Beim Kurzzeit-Lichtbogenschweißen wird ein Element auf ein Bauteil aufgeschweißt. Dabei wird ein Lichtbogen zwischen Element und Bauteil gebildet, der die Stirnflächen anschmelzt. Anschließend werden das Element und das Bauteil aufeinander zu bewegt, so daß sich die Schmelzen vermischen. Der Lichtbogen wird kurzgeschlossen und die Gesamtschmelze erstarrt.

25 Üblich ist es, den Lichtbogen zu ziehen (Hubzündung). Dabei wird das Element zunächst auf das Bauteil aufgesetzt. Anschließend wird ein Pilotstrom eingeschaltet und das Element wird gegenüber dem Bauteil bis auf eine gewünschte Höhe angehoben, wobei ein Lichtbogen gezogen wird. Erst danach wird der Schweißstrom zugeschaltet.

Um gleichbleibend gute Schweißergebnisse zu erzielen, ist es unter anderem wichtig, die Relativstellung zwischen Element und Bauteil zu kennen, insbesondere das Element

auf die richtige Höhe anzuheben, bevor der Schweißstrom zugeschaltet wird. Zu diesem Zweck erfolgt in der Regel vor jedem Schweißvorgang eine Messung der Relativstellung, insbesondere in Form einer Nullpositionsbestimmung. Dies ist bei roboter-basierten Systemen von besonderer Bedeutung. Zwar sind moderne Roboter generell in der Lage, vergleichsweise präzise zu positionieren. Eine hohe Präzision läßt sich jedoch insbesondere aufgrund der hohen bewegten Massen nicht mit sehr hoher Dynamik erzielen. Üblicherweise haben die Roboter einen Bewegungsumfang in drei Koordinaten. Im einfachsten Fall ist ein Roboter eine automatisiert angetriebene Linearführung (Schlitten), an der ein Schweißkopf gelagert ist.

- 10 Bolzenschweißsysteme werden insbesondere in der Kraftfahrzeugindustrie eingesetzt. Sie dienen dort vor allem dazu, Elemente wie Bolzen mit und ohne Gewinde, Ösen, Muttern, etc. auf das Karosserieblech aufzuschweißen. Diese Elemente dienen dann als Halteanker, um bspw. Innenraumverkleidungen zu befestigen.

- 15 In der Kraftfahrzeugindustrie kommt es auf die Herstellungsgeschwindigkeit maßgeblich an. Innerhalb weniger Minuten sind Hunderte von Elementen an unterschiedlichen Positionen automatisiert mittels Roboter aufzuschweißen. Die Roboter müssen folglich mit hoher Dynamik bewegt werden.

- 20 Daher ist es bekannt, am Arm eines Roboters eine Schweißkopfbasis anzubringen, die einen Schlitten trägt. Der Schlitten ist hochdynamisch mit hoher Präzision beweglich, üblicherweise mittels eines pneumatischen oder hydraulischen Systems. An dem Schlitten ist der eigentliche Schweißkopf gelagert, der wiederum über eine Hubvorrichtung zum Bewegen des Elementes verfügt.

- 25 Zum Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil ist es bekannt, an dem Schweißkopf einen sog. Stützfuß zu befestigen (bspw. aus "Neue TUCKER-Technologie. Bolzenschweißen mit System", Ernhart Tucker, September 1999). Der Stützfuß ist etwa parallel zu der Haltevorrichtung des Schweißkopfes ausgerichtet. In einer Ausgangsposition steht das in der Haltevorrichtung gehaltene Element etwas gegenüber dem Stützfuß vor. Zum Bestimmen der Relativlage wird der Schweißkopf an das Bauteil angenähert. Dabei kontaktiert zunächst das Element das Bauteil. Der Schweiß-

kopf wird weiter zugestellt, bis der Stützfuß das Bauteil kontaktiert. Dabei wird die Haltevorrichtung in der Regel gegen eine elastische Vorspannkraft relativ zu dem Schweißkopf versetzt. Durch den formschlüssigen Kontakt zwischen dem Stützfuß und dem Schweißkopf sowie durch ein geeignetes Meßsystem läßt sich folglich die Relativlage
5 zwischen dem Element und dem Bauteil bestimmen.

Alternativ hierzu sind auch sogenannte stützfußlose Meßsysteme zum Bestimmen der Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil bekannt. So offenbart die US-A-5,252,802 eine Bolzenschweißvorrichtung mit einem Gehäuse, das als Handpistole ausgebildet ist. Ein Positionsmotor bringt zunächst das Gehäuse in eine Position, bei der ein
10 Bolzen in der Nähe eines Bauteiles angeordnet ist. In dem Gehäuse ist ein Linearmotor vorgesehen, um einen Hubschaft axial zu bewegen, der den Bolzen trägt. Zur Steuerung des Linearmotors ist ein Wegmeßsystem vorgesehen. Zum Bestimmen der Relativlage zwischen Bolzen und Werkstück wird der Linearmotor angesteuert, um den Bolzen mit einer bestimmten Geschwindigkeit auf das Werkstück zu zubewegen. Sobald der Bolzen
15 das Werkstück berührt, schließt ein elektrischer Kontakt.

Ferner ist es aus der WO 96/11767 bekannt, den Bolzenhalter in Richtung auf das Werkstück elastisch vorzuspannen, und mittels eines Linearmotors gegen die Vorspannung axial zu bewegen.

Auch die WO 96/05015 offenbart eine Bolzenschweißvorrichtung ohne Stützfuß.

20 Das stützfußlose Bolzenschweißen hat jedoch den Nachteil, daß insbesondere bei dünnen Blechen als Bauteile eine exakte Lagebeziehung zwischen diesem und dem Element bzw. Bolzen nicht immer exakt aufrechterhalten werden kann. Dies liegt daran, daß das dünne Blech bei Kontaktierung durch den Bolzen häufig etwas durchgebogen wird. Sobald der Bolzen im Hubzündungsverfahren von dem Blech wieder abgehoben wird,
25 fährt das Blech zurück und die exakte Lagebeziehung geht verloren.

Beim Bolzenschweißen mit Stützfuß ist dieses Problem im wesentlichen nicht vorhanden. Denn während des gesamten Schweißvorganges kontaktiert der Stützfuß das Bauteil

bzw. Blech. Folglich kann durch diese mechanische Kopplung immer eine exakte Lagebeziehung aufrechterhalten werden.

Nachteilig bei dem Bolzenschweißen mit Stützfuß ist es jedoch, daß der zwangsläufig neben dem Bolzen angeordnete Stützfuß den beim Bolzenschweißen notwendigen Platzbedarf vergrößert. Zudem müssen Schweißpunkte generell dort angeordnet werden, wo das Bauteil plan ist. Im Bereich von Absätzen oder Vertiefungen ist es häufig notwendig, den Arm des Roboters so zu verdrehen, daß der Stützfuß die Bewegung des Schweißkopfes nicht behindert. Dies führt dazu, daß die Zuführleitungen zu dem Schweißkopf hohen Beanspruchungen ausgesetzt werden aufgrund von Torsion, Stauchung etc.

Vor dem obigen Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem und Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem dadurch gelöst, daß das Meßsystem ferner Positionierungsmittel aufweist, um den Fuß relativ zu einem in dem Schweißkopf gehaltenen Element in einer Vielzahl von wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebspositionen zu positionieren, und daß das Meßsystem dazu ausgelegt ist, den Fuß für jede abgespeicherte Schweißposition jeweils in eine geeignete Betriebsposition zu positionieren.

Bei dem eingangs genannten Kurzzeit-Lichtbogenschweißverfahren erfolgt die Lösung der Aufgabe, indem bei dem Verfahren ein Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem eingesetzt wird, das eine Steuereinrichtung aufweist, in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen eine jeweilige geeignete Betriebsposition eines Fußes abgelegt ist, der dazu ausgelegt ist, das Bauteil zur Bestimmung der Relativlage zwischen Element und Bauteil zu kontaktieren, und wobei das Verfahren ferner die Schritte aufweist:

- a) Ansteuern eines Roboters mit einem Arm so, daß ein an dem Arm festgelegter Schweißkopf in eine Schweißposition für einen ausgewählten Schweißvorgang gelangt,
- b) Positionieren des Fußes in eine Betriebsposition, die für den ausgewählten Schweißvorgang geeignet ist,
- c) Annähern des Elementes an das Bauteil, bis der Fuß das Bauteil kontaktiert, und
- d) Durchführen des ausgewählten Schweißvorganges.

Mit der Erfindung ist es möglich, Bolzenschweißen mit Stützfuß an Bauteilen beliebiger Kontur durchzuführen.

- 10 Unter einer Betriebsposition eines Fußes ist im vorliegenden Zusammenhang jeweils eine Position des Fußes zu verstehen, in der der Fuß dazu benutzt wird, die Relativlage zwischen dem Element und dem Bauteil zu bestimmen. In jeder Betriebsposition ist der Fuß folglich im Gegensatz zu einer Ruheposition dazu ausgelegt, das Bauteil zu kontaktieren.
- 15 Folglich können bei allen Schweißvorgängen die Vorteile des Bolzenschweißens mit Stützfuß erlangt werden. Durch die relative Beweglichkeit zwischen Stützfuß und Bolzen können Schweißvorgänge an beliebigen Stellen durchgeführt werden, ohne daß der Stützfuß "im Wege" ist.

- 20 Von besonderem Vorzug ist es, wenn die Positioniermittel dazu ausgelegt sind, den Fuß etwa parallel zu einer Schweißachse, entlang der die Elemente auf die Bauteile aufgeschweißt werden, in einer Vielzahl von Positionen relativ zu dem gehaltenen Element zu positionieren. Auf diese Weise ist es möglich, Schweißelemente auch in Bereichen von Vertiefungen der Bauteile aufzuschweißen. Die relative "Höhe" des Stützfußes kann dann an die Tiefe dieser Vertiefung angepaßt werden.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Positionierungsmittel dazu ausgelegt, den Fuß um eine Achse herum, die parallel ist zu einer Schweißachse, entlang der die Elemente auf die Bauteile aufgeschweißt werden, in wenigstens zwei unterschiedlichen Positionen relativ zu dem gehaltenen Element zu positionieren. Diese
- 5 Merkmale werden in Verbindung mit dem Oberbegriff des Hauptanspruches als eigene Erfindung angesehen.

- Durch die Maßnahme, den Fuß um eine parallele Achse, insbesondere um die Schweißachse selbst herum beweglich auszugestalten, ist es möglich, Elemente auch im Bereich von Absätzen oder Kanten der Bauteile aufzuschweißen, ohne daß der Roboterarm
- 10 extreme Bewegungen ausführen muß. Demzufolge können die Zuleitungen zu dem Schweißkopf am Ende des Roboterarmes vor übermäßigen Beanspruchungen wie Stauen, Verdrehen etc. bewahrt werden.

Ferner ist dadurch, daß der Umfang der Roboterbewegungen verringert werden kann, eine höhere Zykluszeit zwischen einzelnen Schweißvorgängen realisierbar.

- 15 Ferner ist es bevorzugt, wenn die Positionierungsmittel einen Fuß-Wegsensor aufweisen, der die Position des Fußes erfaßt. Auf diese Weise ist es möglich, die Positionierung des Fußes relativ zu dem in dem Schweißkopf gehaltenen Element zu regeln. Auch bei häufigen Wiederholungen läßt sich so eine hohe Positioniergenauigkeit realisieren. Da die Fußlänge sich aufgrund von Abnutzung, Abbrand oder auch Anlagerungen etc. im Lauf
- 20 der Zeit verändern kann, ermöglicht ein geschlossenes Regelsystem zur Fußpositionierung ferner eine regelmäßige Kalibrierung. Änderungen der Fußlänge können so ausgeglichen werden.

- Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Schweißkopf elastische Mittel auf, um die Haltevorrichtung in Zustellrichtung elastisch vorzuspannen. Durch diese
- 25 Maßnahme kann die Hubvorrichtung zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung in den meisten Betriebszuständen energielos gehalten werden. Folglich ergibt sich ein geringer Energieverbrauch.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Meßsystem einen Wegsensor auf, der den Weg der Haltevorrichtung relativ zu dem Schweißkopf erfaßt.

Ferner ist es bevorzugt, wenn die Positioniermittel dazu ausgelegt sind, den Fuß relativ zu dem Schweißkopf zu positionieren.

- 5 Da ein von der Haltevorrichtung gehaltenes Element in der Regel eine bekannte Lagebeziehung zu dem Schweißkopf aufweist, läßt sich durch die Relativverstellung zwischen Fuß und Schweißkopf eine exakte Lagebeziehung zwischen Fuß und Element bestimmen. Alternativ ist eine Relativpositionierung zwischen Fuß und Haltevorrichtung denkbar.
- 10 Ferner ist es von Vorteil, wenn die Positioniermittel einen Motor aufweisen und wenn der Motor im Ruhezustand ein Widerstandsmoment gegenüber axialen Motorbewegungen aufbringt, das vorzugsweise größer ist als etwa 150 N.

Besonders bevorzugt ist ein Widerstandsmoment von mehr als 200 N.

- 15 Der Fuß wird beim Annähern an das Bauteil mit einer nicht unerheblichen Kraft bewegt, bis der Fuß das Bauteil kontaktiert. Ein Motor mit dem vorgesehenen Widerstandsmoment gegenüber Motorbewegungen aus dem Ruhezustand vermag die eingestellte Position auch dann zu halten, wenn der Fuß relativ hart auf das Bauteil auftrifft. Die von dem Motor vorab eingestellte Position bleibt folglich erhalten.
- 20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Positioniermittel Klemmittel auf, um den Fuß im Ruhezustand in axialer Richtung gegenüber dem gehaltenen Element festzulegen. Bei dieser Ausführungsform ist es nicht unbedingt notwendig, daß ein Motor der Positioniermittel ein hohes Widerstandsmoment gegenüber Axialbewegungen aufweist. Zusätzlich oder statt dessen sorgen die Klemmittel dafür, daß der
- 25 Fuß in der von dem Motor eingestellten Position verbleibt, auch dann, wenn der Fuß mit hoher Kraft bzw. hoher Geschwindigkeit auf das Bauteil auftrifft.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen ist es ferner von Vorteil, wenn die Schritte a) und b) überschneidend durchgeführt werden. Auf diese Weise kann der Stützfuß zeitsparend während der Bewegung des Roboters zu einer neuen Schweißposition in die jeweils geeignete Fußposition bewegt werden.

- 5 Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.
- 10 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems; und

15 Fig. 2 eine schematische Ansicht des Schweißkopfes des Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems der Fig. 1 von unten;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Schweißvorgangs in einer Vertiefung eines Bauteiles; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Schweißvorgangs an einer Schulter eines Bauteils.

- 20 In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems generell mit 10 bezeichnet. Das Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem 10, das im folgenden kurz Bolzenschweißsystem 10 genannt wird, beinhaltet einen Roboter 12. Der Roboter 12 weist einen Drehkopf 14 auf, mittels dessen ein ein- oder mehrgelenkiger Arm 16 verdreht werden kann. Insgesamt ist der Roboter 12 dazu ausgelegt,
- 25 das Ende des Armes in drei Koordinatenachsen x, y, z frei zu bewegen. An dem Ende des Roboterarms 16 ist eine Schweißkopfbasis 20 angebracht. Die Schweißkopfbasis 20 trägt einen Schlitten 21, der relativ zu der Schweißkopfbasis 20 parallel zu einer Achse

26 hin- und herbewegt werden kann. An dem Schlitten 21 ist ein Schweißkopf 22 montiert.

Eine Pneumatikanordnung 24 dient dazu, den Schweißkopf 22 in Bezug auf die Schweißkopfbasis 20 mittels des Schlittens 21 hin- und herzubewegen.

- 5 Der Schweißkopf 22 weist eine Haltevorrichtung 30 auf, die dazu ausgelegt ist, ein Metallelement wie einen Bolzen 32 lösbar zu halten. Zu diesem Zweck weist die Haltevorrichtung 30 geeignete Spannmittel auf, die in Fig. 1 nicht näher dargestellt sind.

In Fig. 1 ist ferner ein Metallbauteil, wie ein Blech 34, gezeigt, das im wesentlichen senkrecht zu der Achse 26 ausgerichtet ist.

- 10 An der Schweißkopfbasis 20 ist ferner ein Stützfuß 31 vorgesehen.

- Der Schweißkopf 22 weist ferner eine Hubvorrichtung 36 auf. Die Hubvorrichtung 36 dient dazu, die Haltevorrichtung 30 in Bezug auf den Schweißkopf 22 in einer axialen Richtung zu versetzen, die parallel zu der Achse 26 ausgerichtet ist. Die Hubvorrichtung 30 hat einen Hub 37, der beispielsweise im Bereich zwischen 8 mm und 20 mm, insbesondere im Bereich zwischen 10 mm und 15 mm liegen kann. Im Vergleich hierzu kann
15 der Hub der Pneumatikanordnung 24 im Bereich zwischen 2 cm und 10 cm betragen, insbesondere im Bereich zwischen 4 cm und 6 cm.

- In der Regel ist die Hubvorrichtung 36 durch einen Linearmotor gebildet. In der dargestellten Ausführungsform ist die Hubvorrichtung 36 jedoch gebildet durch ein Feder-
20 Magnetsystem. Der Schweißkopf 22 weist einen Permanentmagneten 38 auf. An einem hülsenförmigen Abschnitt der Haltevorrichtung 30 ist eine Spule 39 ausgebildet, die gesteuert erregbar ist. Bei Erregung wird die Haltevorrichtung 30 in den Schweißkopf 22 hineingezogen, und zwar gegen die Wirkung einer Druckfeder 40. Die Druckfeder 40 greift einerseits an dem Schweißkopf 22 bzw. dem beweglichen Teil des Schlittens 21
25 und andererseits an der Haltevorrichtung 30 an.

Auch weist der Schweißkopf 22 einen Wegsensor 44 auf, der in Fig. 1 lediglich schematisch angedeutet ist. Der Wegsensor 44 dient dazu, die Relativposition zwischen Haltevorrichtung 30 und Schweißkopf 22 zu erfassen. Zu diesem Zweck kann der Wegsensor 44 einen Code-Leser an der Haltevorrichtung 30 aufweisen, der eine lineare Codierung an dem Schweißkopf 22 liest (oder umgekehrt).

Ferner ist eine Steuereinrichtung 46 vorgesehen. Die Steuereinrichtung 46 ist verbunden mit dem Roboter 12 sowie mit der Pneumatikanordnung 24, der Hubvorrichtung 36 und dem Wegsensor 44. Die Steuereinrichtung 46 dient dazu, die beweglichen Elemente des Bolzen-Schweißsystems 10 koordiniert zueinander zu steuern bzw. deren Bewegung, Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung auf der Grundlage der Signale des Wegsensors 44 zu regeln.

Die Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 wird im allgemeinen wie folgt bestimmt. In einer Ausgangsposition ist die Spule 39 nicht erregt. Die Haltevorrichtung 30 steht maximal gegenüber dem Schweißkopf 22 vor. Das Bauteil 32 steht in dieser Situation etwas gegenüber dem axialen Ende des Stützfußes 31 vor. Anschließend wird der Schweißkopf 22 mittels des Stellantriebes 24 auf das Bauteil 34 zubewegt, bis das Element 32 das Bauteil 34 kontaktiert. Diese Bewegung wird fortgesetzt, bis das axiale Ende des Stützfußes 31 das Bauteil 34 kontaktiert. Zu diesem Zeitpunkt wird die Bewegung des Stellantriebes 24 unterbrochen. Diese Position ist in Fig. 1 dargestellt.

Anschließend wird wie üblich der Schweißvorgang durchgeführt, indem ein Pilotstrom durch das Element 32 und das Bauteil 34 geführt wird und das Element 32 anschließend von dem Bauteil 34 abgehoben wird. Der Stützfuß 31 verhindert ein "Nachfedern des Bauteiles 34". Sobald das Element 32 um eine geeignete Distanz gegenüber dem Bauteil 34 abgehoben ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet. Die einander gegenüberliegenden Flächen schmelzen an. Anschließend wird der Bolzen 32 auf das Bauteil 34 abgesenkt, und zwar in der Regel bis unterhalb der in Fig. 1 dargestellten Position, so daß er in die Schmelze des Bauteiles 34 eintaucht. Mit dem Erreichen des Bauteiles 34 wird der Schweißstrom abgeschaltet. Die Gesamtschmelze erstarrt. Der Schweißvorgang ist abgeschlossen.

Es versteht sich, daß es im Falle der Verwendung eines Linearmotors als Hubvorrichtung 36 auch möglich ist, den Schweißkopf 22 an das Bauteil 34 anzunähern, wobei sich die Haltevorrichtung 30 in einer zurückgezogenen Position befindet, das Element 32 also nicht gegenüber dem axialen Ende des Stützfußes 31 vorsteht. In diesem Fall erfolgt das

5 Annähern des Schweißkopfes 22, bis der Stützfuß 31 das Bauteil 34 kontaktiert hat. Anschließend wird der Linearmotor der Hubvorrichtung 36 betätigt, um das Element 32 bis auf das Bauteil 34 abzusenken.

Bei beiden Verfahren ist eine exakte Lagebeziehung zwischen Element 32 und Stützfuß 31 bzw. Bauteil 34 über den gesamten Schweißvorgang gewährleistet.

10 Erfindungsgemäß ist der Stützfuß 31 mittels eines Stellantriebes 50 beweglich ausgebildet. Der Stellantrieb 50 ist in einem Antriebsgehäuse 52 vorgesehen, das beweglich an einer Außenseite des Schweißkopfes 22 gelagert ist. Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, ist der Stellantrieb 50 dazu in der Lage, den Stützfuß 31, der starr an dem Antriebsgehäuse 52 montiert ist, in einer Richtung 54 etwa parallel zu der Schweißachse 26 auf- und abzu-

15 bewegen. Dabei ist es bevorzugt, wenn der Stellantrieb 50 einen Schrittmotor aufweist, der den Stützfuß 31 in eine Vielzahl von unterschiedlichen Axialpositionen relativ zu dem Schweißkopf 22 verfahren kann, in Inkrementen von in der Regel weniger als 1 mm.

Wie es in Fig. 2 dargestellt ist, die den Schweißkopf 22 von unten darstellt, ist das An-

20 triebsgehäuse 52 mit dem daran montierten Stützfuß 31 um die Schwenkachse 26 herum bewegbar, wie es schematisch bei 56 angedeutet ist. Der Bewegungsumfang liegt in der Regel zwischen 90 und 270°, im dargestellten Ausführungsbeispiel 180°. Durch diese relative Beweglichkeit des Stützfußes 31 in bezug auf den Schweißkopf 22 und damit auch in bezug auf das Element 32 können Schweißvorgänge an beliebigen Konturen

25 des Bauteiles 34 durchgeführt werden.

In Fig. 1 ist ferner eine Klemmeinrichtung 58 schematisch angedeutet. Die Klemmeinrichtung 58 dient dazu, den Stützfuß 31 in einer jeweiligen Betriebsposition an dem Schweißkopf 22 festzuklemmen. Die Klemmwirkung wirkt dabei in erster Linie in axialer Richtung. Hierdurch wird verhindert, daß der Stützfuß 31 aus der Betriebsposition relativ

zu dem Schweißkopf 22 versetzt wird, wenn der Schweißkopf 22 auf das Blech 34 zubewegt wird und der Stützfuß 31 das Blech 34 berührt.

5 Sofern der Stellantrieb 50 im Ruhezustand ein hinreichend großes Widerstandsmoment gegenüber Axialbewegungen des Stützfußes 31 relativ zu dem Schweißkopf 22 aufbringt, kann auf die Klemmeinrichtung 58 auch verzichtet werden. Die Haltekraft des Motors (dessen Widerstandsmoment) sollte vorzugsweise größer sein als etwa 150 N, besonders bevorzugt größer als 200 N.

10 In Fig. 1 ist ferner ein Fuß-Wegsensor 60 gezeigt. Der Fuß-Wegsensor 60 ist dazu ausgelegt, die Relativposition zwischen dem Stützfuß 31 und dem Schweißkopf 22 zu erfassen. Im einfachsten Fall detektiert der Fuß-Wegsensor 60 eine Markierung 62 an einem Teil des Stützfußes 31 bzw. des Antriebsgehäuses 52, der relativ zu dem Schweißkopf 22 beweglich ist. Die in Fig. 1 bei 62 angedeutete Markierung dient zur Erfassung der Axialposition des Stützfußes 31 in bezug auf den Schweißkopf 22. In Fig. 2 ist ferner gezeigt, daß an dem Schweißkopf 22 ein sich mit dem Antriebsgehäuse 52 mitdrehender
15 Kranz 64 vorgesehen ist. An dem Kranz 64 ist eine weitere Markierung 66 vorgesehen, die von dem Wegsensor 60 erfaßt werden kann. Demzufolge kann der Fuß-Wegsensor 60 auch die Winkelposition des Stützfußes 31 in bezug auf den Schweißkopf 22 erfassen.

20 Es versteht sich, daß die gezeigten Ausführungsformen von Fuß-Wegsensoren lediglich beispielhaft sind. Entscheidend ist, daß der Fuß-Wegsensor 60 die Relativlage zwischen Stützfuß 31 und Schweißkopf 22 erfassen kann. Die Information über diese Relativposition wird der Steuereinrichtung 46 zugeführt. In der Steuereinrichtung 46 ist eine geschlossene Regelschleife vorhanden, um die jeweils gewünschte Betriebsposition des Stützfußes 31 in bezug auf den Schweißkopf 22 einzustellen.

25 Es versteht sich, daß diese Regelschleife kalibrierbar ist, um Veränderungen der effektiven Länge des Stützfußes 31 zu kompensieren, beispielsweise durch Abnutzung, Abbrand, Anlagerung von Material oder ähnlichem.

Ferner versteht sich, daß das Weg-Meßsystem zur Erfassung der Relativlage zwischen Stützfuß 31 und Schweißkopf 22 und das Weg-Meßsystem 44 zur Erfassung der Relativlage zwischen Bolzen 32 und Schweißkopf 22 aufeinander abstimmbare sind. Folglich ist zu jedem Zeitpunkt die Relativposition aller entscheidenden beweglichen Elemente der Schweißkopfbasis 20 bekannt.

Was die Kontur des Bauteiles 34 angeht, so zeigt Fig. 1 eine Standardsituation, die durch den Index "a" gekennzeichnet ist. Das Bauteil 34 ist im Bereich der Schweißstelle nahezu plan. Folglich befindet sich der Stützfuß 31 in einer Position, in der auch bekannte Schweißsysteme den Stützfuß starr montiert haben.

10 Fig. 3 zeigt in schematischer Form einen Schweißvorgang eines bolzenartigen Elementes 32 in einer Nut eines Bauteiles 34₀. Die Nut ist so schmal, daß der Stützfuß 31 im Randbereich der Nut aufliegt, wie es bei 31₀ gezeigt ist. Die Position 31₀ ist ebenfalls in Fig. 1 gestrichelt dargestellt.

Ein Schweißvorgang mit Stützfuß wäre bei bekannten Schweißsystemen nicht möglich gewesen. Im vorliegenden Fall wird jedoch der Stützfuß 31 vor Annäherung des Schweißkopfes 22 an das Bauteil 34₀ in eine durch ein Teach-in ermittelte, geeignete Position, nämlich die Position 31₀, verfahren. Anschließend erfolgt der Annäherungsvorgang in der gleichen Weise wie oben beschrieben.

20 In Fig. 4 ist eine Situation dargestellt, bei der ein Schweißbolzen in der Nähe einer Schulter eines Bauelementes 34₀ gesetzt werden soll. Bei dieser Ausführungsform befindet sich die Schulter an der Stelle, an der bei einer geradlinigen Annäherung des Schweißkopfes an die Schulter herkömmlicherweise der Stützfuß 31 liegen würde. Folglich müßte im Stand der Technik der Roboter 12 den Schweißkopf 22 vor dem Annäherungsvorgang wenigstens um 90° drehen. Dies hätte eine Verwindung und ggf. Stauchung von Zuführleitungen zu dem Schweißkopf 22 zur Folge.

Im vorliegenden Fall kann der Schweißkopf 22 auf einer geraden Bahn unmittelbar zu der Schweißstelle geführt werden. Noch vor der Annäherung oder während der Bewe-

gung der Schweißkopfbasis 20 mittels des Roboters 12 wird der Stützfuß 31 mittels des Stellantriebes 50 um 180° verschwenkt, in die in Fig. 4 gezeigte Position 31_e.

Bei einer alternativen stützfußlosen Bestimmung der Relativlage zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 wird der Stützfuß 31 in eine Ruheposition gefahren und nicht
5 verwendet. Bei diesem Verfahren, das in den Figuren nicht näher dargestellt ist, wird die Relativlage beispielsweise wie folgt bestimmt:

Zunächst ist die Steuereinrichtung 46 elektrisch über nicht näher dargestellte Leitungen mit dem Bolzen 32 verbunden. Ferner ist die Steuereinrichtung 46 dazu in der Lage, an den Bolzen 32 eine Meßspannung anzulegen. Das Bauteil 34 kann beispielsweise geerdet sein, so daß über eine geeignete Strom-Meßvorrichtung erfaßt werden kann, sobald
10 das Element 32 das Bauteil 34 elektrisch kontaktiert.

Zunächst wird der Roboter 12 angesteuert, um die Schweißkopfbasis 20 mittels des Drehkopfes 14 und des Roboterarms 16 in eine Basis-Schweißposition zu verbringen, die in Fig. 1 dargestellt ist. In dieser Position befindet sich die Schweißkopfbasis 20 in
15 einem bestimmten Abstand über dem Bauteil 34, wobei die Achse 26 senkrecht auf der gewünschten Schweißposition des Bauteils 34 steht.

Anschließend wird die Pneumatikanordnung 24 betätigt, so daß der Schweißkopf 22 in Richtung auf das Bauteil 34 ausgefahren wird, und zwar um den vollen Hub, bis in eine Kopf-Schweißposition. In der Endposition befindet sich das Element 32 in einem Abstand von dem Bauteil 34, der kleiner ist als der maximale Hub 37 der Hubvorrichtung
20 36.

Anschließend wird die Hubvorrichtung 36 betätigt so, daß das Element 32 auf das Bauteil 34 zubewegt wird, bis es das Bauteil 34 kontaktiert. Diese Bewegung erfolgt vorzugsweise mit konstanter Geschwindigkeit. Dabei wird der zurückgelegte Weg mittels
25 des Wegsensors 44 erfaßt. Sobald das Element 32 das Bauteil 34 kontaktiert, wird ein von der Meßspannung ausgehender Stromkreis geschlossen. Dies wird durch die Steuereinrichtung 46 erfaßt und die Hubvorrichtung 36 wird gestoppt.

Ferner wird die zu diesem Zeitpunkt vorhandene Kontaktstellung zwischen Element 32 und Bauteil 34 als "Null-Position" für den weiteren Schweißvorgang herangezogen. Über den Wegsensor 44 ist folglich über den gesamten folgenden Schweißvorgang jeweils die exakte Relativposition zwischen Element 32 und Bauteil 34 bekannt, sofern das Bauteil 34 bei Abheben des Elementes 32 nicht "nachfedert". Der Schweißvorgang kann folglich unabhängig von etwaig vorhandenen Toleranzen in der Positionierung durch den Roboter 12 bzw. durch die Pneumatikanordnung 24 mit der gewünschten Lagebeziehung zwischen dem Element 32 und dem Bauteil 34 erfolgen.

Der eigentliche Bolzen-Schweißvorgang erfolgt dann in an sich bekannter Weise. Dabei wird - nach Abtrennen der Meßspannung - ein Pilotstrom an das Element 32 angelegt. Anschließend wird das Element 32 gegenüber dem Bauteil 34 angehoben, so daß ein Lichtbogen gezogen wird. Nachdem eine bestimmte Höhe erreicht ist, wird der eigentliche Schweißstrom zugeschaltet, durch den die Energie des Lichtbogens so erhöht wird, daß die Stirnseite des Elements 32 und die zugeordnete Stelle des Bauteils 34 angeschmolzen werden.

Im folgenden stellt die Hubvorrichtung 36 das Element 32 wieder auf das Bauteil zu. Sobald wieder der elektrische Kontakt erzielt ist, wird der Lichtbogen kurzgeschlossen und der Schweißstrom wird abgeschaltet.

Im allgemeinen erfolgt der Zustellvorgang etwas unter die Oberfläche des Bauteils 34, so daß eine gute Durchmischung der wechselseitigen Schmelzen erfolgt. Die Gesamtschmelze erstarrt und der eigentliche Schweißvorgang ist abgeschlossen. Die Haltevorrichtung gibt das Element 32 frei. Anschließend wird die Hubvorrichtung 36 abgeschaltet. Die Haltevorrichtung 30 wird folglich durch die Feder 40 in die eingezogene Ruheposition zurückversetzt.

Ferner wird hiernach oder parallel hierzu die Pneumatikanordnung 24 von der Steuereinrichtung 46 so angesteuert, daß der Schweißkopf 22 wieder in die eingezogene Anfangsposition gelangt.

Bei allen Ausführungsformen läßt sich das Element 32 hoch dynamisch und mit hoher Präzision an das Bauteil 34 annähern. Anschließend wird bevorzugt die Kombination aus Steuereinrichtung 46, Wegsensor 44 und Hubvorrichtung 36 dazu genutzt, um die Relativlage zwischen Element 32 und Bauteil 34 vorzugsweise mit oder ggf. auch ohne Stützfuß 31 zu bestimmen.

Es kann in manchen Fällen hinreichend sein, das Ende des Roboterarmes direkt, also ohne Schlitten 21 oder verstellbares Bauteil, in eine Position zu bringen, bei der das Element 32 sich in der angenäherten Position befindet. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Haltevorrichtung 30 gegenüber dem Schweißkopf 22 mittels elastischer Mittel, wie der Feder 40, elastisch in eine Ruhestellung vorgespannt ist.

Auch können bei einer alternativen Ausführungsform der Roboter 12 und der Schlitten 21 durch eine einfache automatisiert angetriebene Linearführung ersetzt sein.

Aus dem Obenstehenden versteht sich, daß der Stützfuß 31 in einer vereinfachten Ausführungsform lediglich zwischen zwei axialen Positionen hin- und herversetzt wird. Bei beiden axialen Positionen handelt es sich um Betriebspositionen. D.h., daß der Stützfuß 31 in beiden Betriebspositionen dazu genutzt wird, das Bauteil (Blech) 34 zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen Element (Bolzen) 32 und Bauteil (Blech) 34 zu bestimmen. Idealer ist natürlich eine frei wählbare axiale Position.

Entsprechend ist bei einer alternativen vereinfachten Ausführungsform der Stützfuß 31 lediglich zwischen zwei Winkelpositionen hin- und herschwenkbar. Bei beiden Winkelpositionen handelt es sich um Betriebspositionen im obigen Sinne.

Obgleich oben eine Ausführungsform beschrieben ist, bei der der Stützfuß um die Schweißachse herum geschwenkt wird, sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen er um eine Achse parallel hierzu verschwenkt wird. Da der Stützfuß häufig an seinem freien Ende abgeknickt ausgebildet ist, ist es auch möglich, den Stützfuß um seine eigene Achse zu verschwenken.

Ergänzend ist es auch möglich, neben den Betriebspositionen eine einzelne Ruheposition einzurichten, in der der Stützfuß 31 außer Betrieb ist. Unter bestimmten Bedingungen kann es nämlich sinnvoll sein, die Relativlage zwischen Element und Bauteil stützfußlos zu bestimmen. Für derartige Sonderfälle ist eine Ruheposition sinnvoll. Es versteht
5 sich, daß die Ruheposition für unterschiedliche Schweißpositionen unterschiedlich sein kann. Beispielsweise kann die Lage des Stützfußes in Fig. 3 eine Ruheposition für einen Schweißvorgang auf einem geraden Blech 34a sein, wie es in Fig. 1 gezeigt ist.

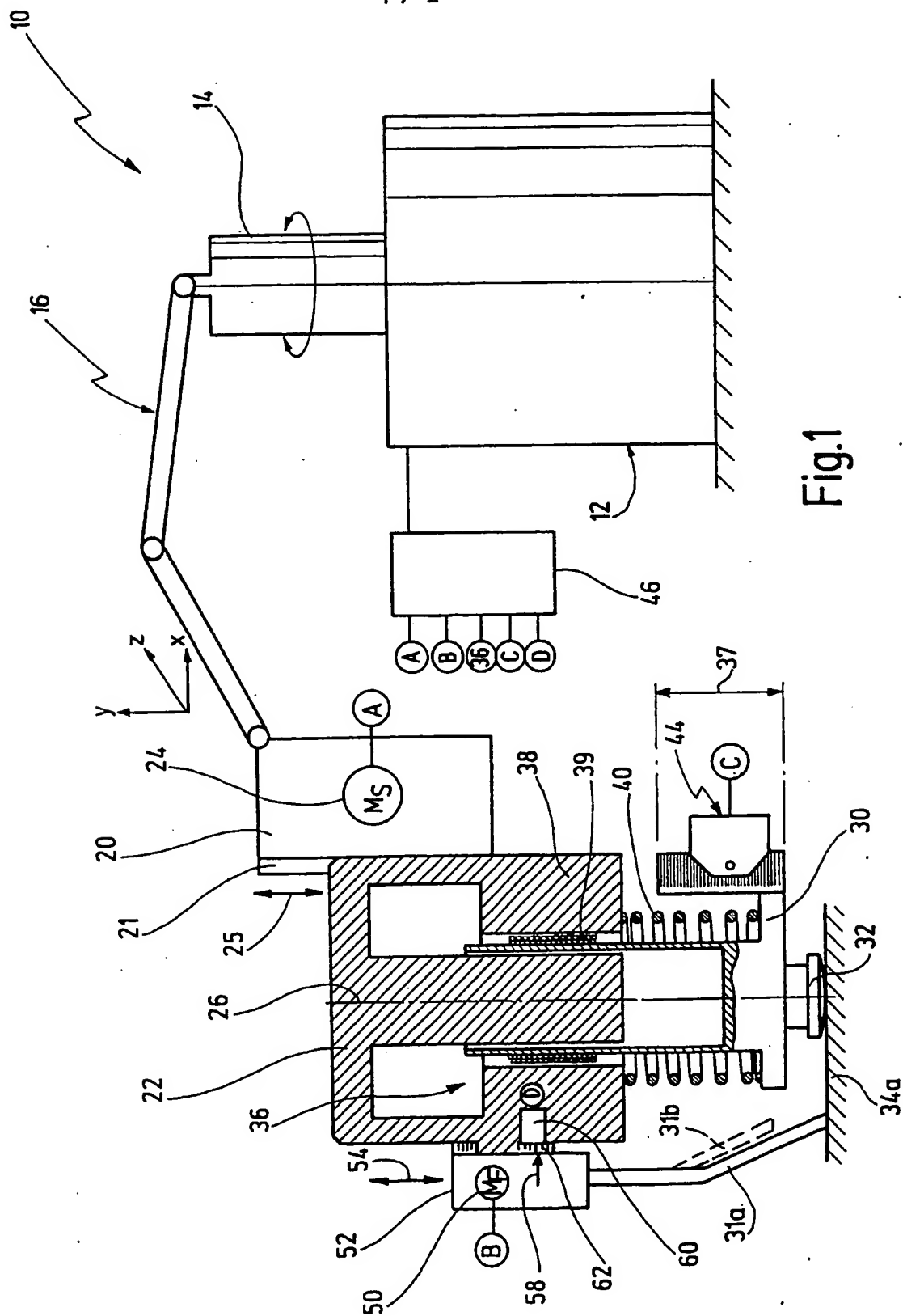
Patentansprüche

1. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem (10) zum Schweißen von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mit
- 5 - einem Roboter (12), der wenigstens einen Arm (16) aufweist, der in wenigstens einer Koordinatenachse (x, y, z) beweglich ist,
- einem Schweißkopf (22), der an dem Arm (16) gelagert ist und an dem eine Haltevorrichtung (30) zum Halten eines Elementes (32) und eine Hubvorrichtung (36) zum Zu- und Rückstellen der Haltevorrichtung (30)
- 10 relativ zu dem Schweißkopf (22) vorgesehen sind,
- einem Meßsystem (31,44,46) zum Bestimmen der Relativlage zwischen einem Bauteil (34) und einem auf das Bauteil (34) aufzuschweißenden, von der Haltevorrichtung (30) gehaltenen Element (32), wobei das Meßsystem einen an dem Schweißkopf (22) gelagerten Fuß (31) aufweist, der
- 15 im Betrieb dazu ausgelegt ist, das Bauteil (34) zu kontaktieren, um die Relativlage zwischen dem Element (32) und dem Bauteil (34) zu bestimmen, und
- einer Speichereinrichtung (46), in der eine Mehrzahl von Schweißpositionen abspeicherbar ist,
- 20 dadurch gekennzeichnet, daß
- das Meßsystem (31,44,46) ferner Positioniermittel (50) aufweist, um den Fuß (31) relativ zu einem in dem Schweißkopf (22) gehaltenen Element (32) in einer Vielzahl von wenigstens zwei unterschiedlichen Betriebspositionen (a-c) zu positionieren, und daß das Meßsystem (31,44,46) dazu ausgelegt ist, den Fuß (31) für

jede abgespeicherte Schweißposition jeweils in eine geeignete Betriebsposition (a-c) zu positionieren.

2. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniermittel (50) dazu ausgelegt sind, den Fuß (31) etwa parallel zu einer Schweißachse (26), entlang der die Elemente (32) auf die Bauteile (34) aufgeschweißt werden, in einer Vielzahl von Positionen relativ zu dem gehaltenen Element (32) zu positionieren.
5
3. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Positioniermittel (50) dazu ausgelegt sind, den Fuß (31) um eine Achse (26) herum, die parallel zu einer Schweißachse (26) ist, entlang der die Elemente (32) auf die Bauteile (34) aufgeschweißt werden, in wenigstens zwei unterschiedlichen Positionen relativ zu dem gehaltenen Element (32) zu positionieren.
10
4. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniermittel (50) einen Fuß-Wegsensor (60) aufweisen, der die Position des Fußes (31) erfaßt.
15
5. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schweißkopf (22) elastische Mittel (40) aufweist, um die Haltevorrichtung (30) in Zustellrichtung elastisch vorzuspannen.
6. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßsystem (31,44,46) einen Wegsensor (44) aufweist, der den Weg der Haltevorrichtung (30) relativ zu dem Schweißkopf (22) erfaßt.
20
7. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniermittel (50) dazu ausgelegt sind, den Fuß (31) relativ zu dem Schweißkopf (22) zu positionieren.
25

8. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniermittel (50) einen Motor (50) aufweisen und daß der Motor (50) im Ruhezustand ein Widerstandsmoment gegenüber axialen Motorbewegungen aufbringt, das vorzugsweise größer ist als etwa 150 N.
- 5 9. Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystem nach einem der Ansprüche 1 - 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Positioniermittel (50) Klemmittel (58) aufweisen, um den Fuß (31) im Ruhezustand wenigstens in axialer Richtung gegenüber dem gehaltenen Element (32) festzulegen.
- 10 10. Verfahren zum Kurzzeit-Lichtbogenschweißen, insbesondere zum Bolzenschweißen, von Elementen (32), wie z.B. Metallbolzen (32), auf Bauteile (34), wie z.B. Metallbleche (34), mittels eines Kurzzeit-Lichtbogenschweißsystems (10), das eine Steuereinrichtung (46) aufweist, in der für eine Mehrzahl von automatisiert durchzuführenden Schweißvorgängen eine jeweilige geeignete Betriebsposition (a-c) eines Fußes (31) abgelegt ist, der dazu ausgelegt ist, das Bauteil (34) zur
- 15 Bestimmung der Relativlage zwischen Element (32) und Bauteil (34) zu kontaktieren, mit den Schritten:
- a) Ansteuern eines Roboters (12) mit einem Arm (16) so, daß ein an dem Arm (16) festgelegter Schweißkopf (22) in eine Schweißposition für einen ausgewählten Schweißvorgang gelangt,
- 20 b) Positionieren des Fußes (31) in eine Betriebsposition (a-c), die für den ausgewählten Schweißvorgang geeignet ist,
- c) Annähern des Elementes (32) an das Bauteil (34), bis der Fuß (31) das Bauteil kontaktiert, und
- d) Durchführen des ausgewählten Schweißvorganges.
- 25 11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Schritte a) und b) überschneidend durchgeführt werden.



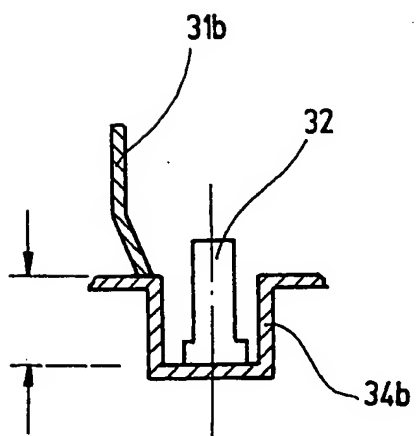
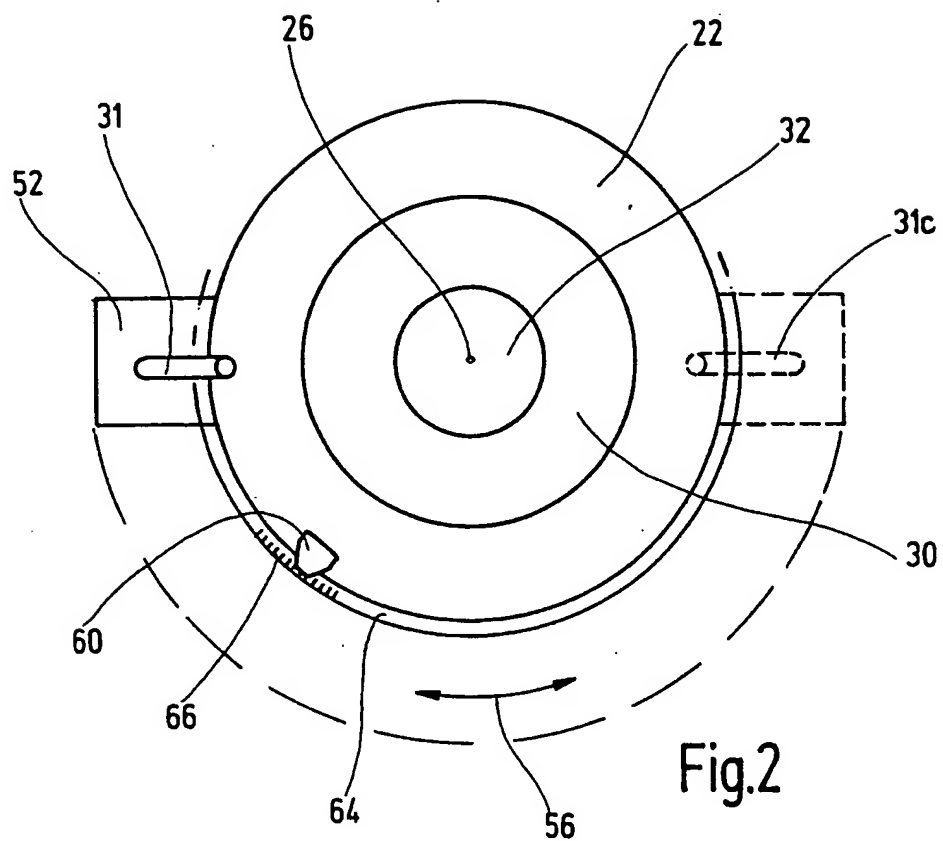


Fig.3

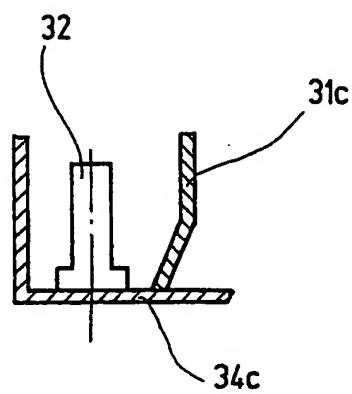


Fig.4